Iranian Journal of Field Crops Research
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

Research Article
Vol. 20, No. 1, Spring 2022, p. 81-92

The Study of Vegetative Traits and Oil Components in Three Populationa of *Ziziphora clinopodioides* L. in Esfahan

L. Safaii[1*], E. Sharifi Ashoorabadi[2], D. Aminazarm[3]

Received: 31-08-2021 Revised: 29-11-2021 Accepted: 04-12-2021	**How to cite this article:** Safaii, L., Sharifi Ashoorabadi, E., and Aminazarm, D. 2022. The Study of Vegetative Traits and Oil Components in Three Populationa of *Ziziphora clinopodioides* L. in Esfahan. Iranian Journal of Field Crops Research 20 (1): 81-92. DOI: 10.22067/jcesc.2021.72239.1082.

Introduction

Lamiaceae is a large plant family with many important genus like *Ziziphora*. This genus has four species in Iran. Three species including *Z. tenuior, Z. persica* and *Z. capitata* are annual and *Z. clinopodioides* is Perennial. *Ziziphora clinopodioides* Lam. is an aromatic plant that leaves and flowers are frequently used as a traditional herbal medicines for the treatment of colds and cough. In Iran, this plant is mostly used in traditional medicine as a sedative, carminative, anti-emetic, anti-inflammatory and antiseptic substance in food. The present work was conducted to investigate the reaction of different plant populations to cultivation in one place.

Materials and Methods

The experiment was conducted during 2017-2019 in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan. It was on the basis of randomized complete block design with three replications. Treatments were three populations of *Z. clinopodioides* that were collected from Isfahan province including Makooleh, Sarcheshmeh Golpayegan and Daran regions. Measured traits included: dry shoot weight, plant height, dry to wet weight ratio, 1000-seed weight, essential oil percentage, yield of essential oil and essential oil compounds. The percentage of essential oil was measured in 50% flowering stage by using hydro-distillation using an all-glass clevenger apparatus for 4 h. The amount of essential oil compounds was measured by gas chromatography (GC) and the qualification of essential oil was measured by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The chemical compounds of the essential oil were identified on the basis of GC-MS retention time on fused silica capillary column and by comparison between their retention indices (RIs) with retention indices of published data, Standard Mass Spectral Fragmentation Pattern. Sas 9.1 software package was used for data analyses. Mean and standard deviations of each experiment were calculated and then were subjected to analysis of variance. Duncan test was used to determine mean differences among the treatments at 1% probability. Also, interactions were analyzed by using MSTATC software.

Results and Discussion

The combined analysis results showed a significant difference for all traits among populations. Sarcheshmeh Golpayegan and Daran populations had the highest (179 and 7011 kg.ha^{-1}) and lowest (70 and 6120 kg.ha^{-1}) seed yield and aerial dry yield respectively. Also the highest amount of oil percentage and oil yield were observed in Sarcheshmeh Golpayegan population. The range of essential oil percentages between populations were from 1.2% (makooleh) to 1.4% (sarcheshmeh). Experimental years had a significant effect on all studied traits except of 1000-seed weight. Populations in the second year had higher performance than the first year. This was especially noticeable in shoot dry weight, seed yield and essential oil yield. Results of genotype*year interaction revealed that Sarcheshmeh Golpayegan population had the highest seed yield and shoot dry weight in the second year. In total, 26 compounds were identified in *Z. clinopodioides* essential oil populations. Two major identified

1- Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
2- Medicinal Plants and By-products Research Division, Research Institutes of Forest and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3- Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
(*- Corresponding Author Email: safaii2000@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jcesc.2021.72239.1082

compounds in essential oil analysis recognized as 1,8 cineole and polegone. In Makoole population Polegone was the main component but Sarcheshmeh Golpayegan and Daran were rich in 1, 8- Cineole.

Conclusion

In general, the results of this study indicated that the studied populations had the sufficient genetic diversity for various traits such as shoot yield, seed yield and essential oil percentage. The existence of this diversity can pave the way for remedial work in the future. This research has shown that *Z. clinopodioides* has the ability to adapt and cultivate in the field environments. Therefore, it can be used as a new medicinal plant in the country's agricultural system. This plant can also be introduced as an appropriate source to provide a combination of 1, 8-Cineole and Polegone used in food and pharmaceutical industries.

Keywords: Lamiaceae family, Polegone, Seed, Yield

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۲۰، شماره ۱، بهار ۱٤۰۱، ص ۹۲-۸۱

مطالعه صفات رویشی و ترکیب‌های اسانس سه جمعیت گیاه دارویی کاکوتی کوهی (*Ziziphora clinopodioides* Lam.) در اصفهان

لیلی صفائی[1*]، ابراهیم شریفی عاشورآبادی[2]، داود امین آزرم[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۳

چکیده

جهت بررسی کمی و کیفی کاکوتی کوهی (*Ziziphora clinopodioides* Lam.) آزمایشی طی سال‌های ۱۳۹۸- ۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان اجرا گردید و سه جمعیت کاکوتی جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های استان اصفهان شامل جمعیت‌های ماکوله، سرچشمه گلپایگان و داران بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شدند. صفات اندازه‌گیری شده شامل: ارتفاع بوته و وزن خشک اندام هوایی، نسبت وزن خشک به تر، وزن هزار دانه، عملکرد اندام هوایی و بذر در هکتار، درصد و عملکرد اسانس و ترکیبات اسانس بود. تجزیه مرکب نتایج دو سال نشان داد که جمعیت‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات تفاوت معنی‌داری داشتند. جمعیت سرچشمه‌گلپایگان، با متوسط عملکرد خشک اندام هوایی و بذر به‌ترتیب ۷۰۱۱ و ۱۷۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و جمعیت داران با مقادیر ۶۱۲۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. بیشترین درصد و عملکرد اسانس نیز در جمعیت سرچشمه گلپایگان مشاهده گردید. سال‌های آزمایش تاثیر معنی‌داری روی عملکرد اندام هوایی و درصد اسانس داشت. برهمکنش جمعیت در سال نشان داد که جمعیت سرچشمه گلپایگان در هر دو سال زراعی از عملکرد بذر و اندام هوایی بالاتری برخوردار بود. آنالیز اسانس حضور ۲۶ ترکیب را در اسانس سه جمعیت مورد بررسی نشان داد و ۱، ۸ سینئول و پولگون به‌عنوان ترکیب‌های غالب اسانس بودند.

واژه‌های کلیدی: بذر، پولگون، عملکرد، خانواده نعناع

مقدمه

آویشن کوهی (*Z. clinopodioides*) که در فارسی به آن کاکوتی کوهی گفته می‌شود (Mozaffarian, 2009)، گیاهی علفی، چندساله و متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) می‌باشد. ارتفاع آن ۵ تا ۵۰ سانتی‌متر، ساقه‌ها متعدد، از قاعده منشعب، برگ‌ها بدون دمبرگ و یا با دمبرگ‌های کوتاه، خطی، سرنیزه‌ای، بیضوی، تخم‌مرغی تا کم و بیش دایره‌ای، نوک تیز، در حاشیه صاف، گل‌آذین متشکل از گل‌های متعدد بدون دمگل و یا با دمگل‌های به طول تا ۴ میلی‌متر، جام گل سفید، صورتی تا بنفش و میوه با سطح صاف، قهوه‌ای کمرنگ می‌باشد (Jamzad, 2012).

بخش‌های هوایی این گیاه در ایران به‌عنوان ادویه و همچنین جهت درمان سرماخوردگی و سرفه مورد استفاده قرار می‌گیرد و در طب سنتی برای درمان معده درد، دل پیچه، اسهال و بیماری‌های تنفسی کاربرد دارد. براساس گزارش‌های موجود، ترکیبات منوترپن، مواد غالب اسانس آویشن کوهی می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که گونه‌های مختلف جنس کاکوتی خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی دارند (Godze *et al*., 2006; Eftekhar *et al*., 2005; Chitsaz, 2006; Salehi *et al*., 2006). بر اساس تحقیق اوگانسین و چکاکوین (Chachoyan and Oganesyan, 1996) عصاره کاکوتی کوهی (*Z. clinopodioides*) فعالیت ضدتوموری داشته و رشد غده‌های بدخیم را تا ۳۳/۶ درصد و غدد سرطانی را تا ۴۷/۵ درصد کاهش می‌دهد. بیشترین ترکیب موجود در این گیاه پولگون (۵۲/۲٪) گزارش شده است (Sajadi *et al*., 2002; Salehi *et al*., 2005; Verdian Rizi, 2008). ضرابی (Zarrabi, 1998) میزان

۱- مربی پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
۲- دانشیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و معطر، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: safaii2000@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jcesc.2021.72239.1082

اسانس کاکوتی کوهی را ۰/۹ درصد و میزان پولگون موجود در اسانس را ۳۴/۳ گزارش کردند. بر اساس گزارش ربیعی و همکاران (Rabiiei, *et al.*, 2015) ترکیب اصلی اسانس کاکوتی کوهی در رویشگاه‌های متفاوت از نظر ارتفاع، پولگون می‌باشد و پس از آن به‌ترتیب ۱، ۸ سینئول، پیپریتون، نئومنتول، پارامنت -۳- ان- ۸-ال و کارواکرال دارای بیشترین ترکیب‌های موجود در اسانس گیاه بودند. شاروپو و ستزر (Sharopov and Setzer, 2011) ۴۵ ترکیب را در اسانس کاکوتی کوهی تشخیص دادند که پولگون، نئومنتول، منتون، پارامنتا-۳-ان-۸ ال، پیپریتنون و پیپریتون به‌ترتیب ترکیبات غالب اسانس بودند. امیری (Amiri, 1998) ۲۳ ترکیب که ۹۸/۶ درصد از کل اسانس را شامل می‌شدند در اسانس این گیاه شناسایی نموده که ترکیبات غالب آن به‌ترتیب پولگون (۳۰/۱ درصد)، تیمول (۲۱/۳ درصد)، پارامنتا-۳-ان-۸ ال (۱۲/۹ درصد)، پیپریتنون (۹/۳ درصد) و ۱، ۸ سینئول (۴/۱ درصد) بود. بر اساس تحقیق دینگ و همکاران (Ding *et al.*, 2014) کاکوتی کوهی سرشار از پولگون می‌باشد و بیشترین مقدار این ترکیب در مرحله گلدهی وجود دارد. عصری و همکاران (Asri *et al.*, 2016) نیز در تجزیه اسانس کاکوتی کوهی برداشت شده از سه رویشگاه مختلف در مجموع ۴۷ ترکیب شناسایی کردند که ۲۴ عدد آن در هر سه رویشگاه مشترک بود. در این تحقیق ۱، ۸ سینئول، ترپینن-۴-ال و پولگون ترکیبات غالب اسانس بودند. بر اساس گزارش شفیعی و همکاران (Shafei *et al.*, 2012) پولگون موجود در کاکوتی بسته به محیط رشد، متفاوت گزارش است. به‌عنوان مثال در گونه رشد کرده در قزوین درصد آن ۸۷ درصد ولی در ارتفاعات خراسان ۲۷/۲ درصد به‌دست آمده که می‌تواند ناشی از تاثیر عوامل محیطی بر گیاه باشد. براساس تحقیق چیت‌ساز و همکاران (Chitsaz *et al.*, 2007) پولگون ماده‌ای سمی است که موجب آسیب‌های حاد کبدی می‌گردد لذا به نظر می‌رسد کم بودن مقدار آن در گیاه، در شرایط اقلیمی مختلف، می‌تواند یک برتری به حساب بیاید. در تحقیق امیری (Amiri, 2009) ترکیبات اسانس در مراحل مختلف رشدی کاکوتی کوهی بررسی شد. ترکیبات غالب اسانس در مرحله قبل از گلدهی شامل پولگون (۳۰/۱ درصد)، تیمول (۲۱/۳ درصد)، پارامنتا-۳ان-۴ ال (۱۲/۹ درصد) و پیپرتنون (۹/۳ درصد) بود. در مرحله گلدهی پولگون (۴۴/۶ درصد)، پارامنتا- ۳ ان-۴ ال (۱۰/۵ درصد)، ۱، ۸ سینئول (۱۰/۴ درصد)، پیپرتنون (۸/۷ درصد) و تیمول (۶/۷ درصد) و در مرحله پس از گلدهی پولگون (۴۱/۳ درصد)، ایزومنتون (۱۱/۶ درصد)، پارامنتا-۳ ان ۴ ال (۱۱ درصد)، پارامنتا ۳،۸ دین (۷/۲ درصد) و تیمول (۵/۸ درصد) ترکیبات اصلی اسانس بودند. سنبلی و همکاران (Sonboli *et al.*, 2010) نیز در اسانس ۹ جمعیت کاکوتی مورد مطالعه تنوع وسیعی از نظر مواد تشکیل‌دهنده مشاهده نمودند و بر این اساس آن‌ها را در ۵ گروه شیمیایی مختلف قرار دادند. بر اساس این تحقیق اصلی‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس شامل پولگون، ۱، ۸ سینئول، نئومنتول، ۴- ترپینئول، ۱- ترپینئول، نئومنتیل استات و پیپرتنون بود.

بر اساس تحقیق بخشی‌خانی و همکاران (Bakhshikhaniki *et al.*, 2010) مراحل فنولوژی بر بازده اسانس کاکوتی کوهی اثر معنی‌داری داشت. مهدوی و همکاران (Mahdavi *et al.*, 2014) اثر مراحل مختلف برداشت را بر درصد اسانس آویشن کوهی تعیین و بازده اسانس در مرحله قبل از گلدهی را ۰/۲۷ درصد و در مرحله گلدهی ۰/۳۲ درصد گزارش نمودند. بر اساس گزارش آن‌ها پولگون به‌عنوان ترکیب غالب اسانس در مرحله بعد از گلدهی افزایش نشان داد. تحقیق امین‌غفوری و همکاران (Amin ghafoori *et al.*, 2003) روی تاریخ کاشت کاکوتی کوهی نشان داد که امکان کاشت گیاه در شرایط آب و هوایی مشهد در پاییز و بهار وجود دارد ولی بیشترین تولید مربوط به گیاهان کاشته شده در پاییز است که مهم‌ترین علت آن طولانی‌تر بودن فصل رشد و رشد رویشی بهتر گیاه در کشت پاییزه است.

از آنجا که با بررسی جمعیت‌های هر گیاه امکان دسترسی به جمعیت برتر جهت تولید بذر مطلوب وجود دارد و تاکنون در استان اصفهان پژوهشی در این زمینه انجام نشده است، لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی صفات رویشی و ترکیب‌های اسانس سه جمعیت این گیاه دارویی با رویکرد معرفی جمعیت برتر از نظر عملکرد اقتصادی طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی صفات رویشی و مواد تشکیل‌دهنده اسانس در گیاه کاکوتی کوهی، جمع‌آوری بذر سه جمعیت گیاه در خردادماه ۱۳۹۶ از رویشگاه‌های طبیعی آن واقع در مناطق داران، سرچشمه گلپایگان و ماکوله استان اصفهان انجام پذیرفت. از هر جمعیت یک نمونه هرباریومی تهیه و پس از شناسایی توسط متخصص گیاهشناسی بخش تحقیقات منابع طبیعی اصفهان، به آن یک شماره هرباریومی اختصاص داده شد (جدول ۱).

کاشت بذرها در بهمن ماه ۱۳۹۶ در محیط گلخانه و داخل سینی کشت‌های حاوی پیت‌ماس انجام گردید و نشاهای حاصله در فروردین‌ماه سال بعد به زمین اصلی منتقل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان کشت شد. این ایستگاه واقع در ۲۵ کیلومتری غرب شهرستان اصفهان، با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۶۱۲ متر، حداقل درجه حرارت ۱۷- و حداکثر درجه حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد، بافت خاک لوم رسی، PH= ۷/۷ و قابلیت هدایت الکتریکی ۲/۸ دسی زیمنس بر متر، کربن

آلی خاک ۱/۲ درصد، ازت کل ۰/۱۲ درصد، فسفر قابل جذب ۹۰/۸ ppm، پتاسیم قابل جذب ۱۹۱۲ ppm، طبقه آب و هوایی خشک سرد (طبق روش آمبرژه) و میانگین بارندگی ۳۰ ساله ۱۴۰ میلی‌متر می‌باشد.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به رویشگاه‌های محل جمع‌آوری گیاه

Table 1- Plant habitate information

شماره هرباریومی Herbarium no.	ارتفاع از سطح دریا Height above sea level (m)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	Location	محل جمع‌آوری
17890	2450	50°29’28"	33°04’22"	Daran	داران
17891	2091	50°12’39"	33°25’06"	Sarcheshmeh Golpayeghan	سرچشمه گلپایگان
17892	2000	50°12’47"	33°23’44"	Makooleh	ماکوله

هر واحد آزمایشی از سه ردیف به طول سه متر تشکیل گردید. فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر منظور شد. انجام آبیاری به روش قطره‌ای و هر هفته یکبار بود. وجین علف‌های هرز نیز در طی فصل رشد به‌طور مرتب انجام گردید. داده‌برداری در مرحله گلدهی (گلدهی بالای ۷۰ درصد- اواسط خردادماه) انجام شد. گیاهان موجود در یک مترمربع هر کرت پس از اندازه‌گیری ارتفاع بوته، از سطح خاک برداشت و وزن تر اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در سایه خشک شده و وزن خشک آن‌ها محاسبه گردید. به‌منظور استخراج اسانس، ۵۰ گرم از سرشاخه هر جمعیت آسیاب شده و به مدت چهار ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجر، اسانس‌گیری و درصد آن تعیین شد (Amiri *et al.*, 2009). اسانس استخراج شده جهت انجام آنالیزهای لازم به موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور ارسال گردید. بقیه گیاهان موجود در مزرعه پس از بذردهی برداشت و وزن بذر تک بوته آن‌ها محاسبه شد.

برای شناسایی ترکیب‌های اسانس از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده گردید. مشخصات این دستگاه‌ها به قرار زیر است:

مشخصات گاز کروماتوگرافی (GC)

کروماتوگراف گازی مدل Shimadzu-9A مجهز به دتکتور F.I.D (یونیزاسیون شعله هیدروژن) و داده‌پرداز Chromatepac بود. ستون دستگاه DB–5 به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۲۵ میکرون و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون بود. گاز حامل هلیم با سرعت جریان گاز ۲۲/۷، دمای محفظه تزریق ۲۶۵ درجه سانتی‌گراد و برنامه‌ریزی حرارتی ستون از دمای اولیه ۵۰ درجه تا دمای نهایی ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بود که در هر دقیقه ۴ درجه سانتی‌گراد به آن افزوده شد.

مشخصات گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)

کروماتوگراف گازی Varian 3400 متصل شده به طیف‌سنج جرمی، ستون مشابه با ستون مورد استفاده در دستگاه GC بود. دتکتور "Ion Trap" گاز حامل هلیم، سرعت جریان گاز حامل ۵۰ ml min^{-1} و انرژی یونیزاسیون در طیف‌سنج جرمی معادل ۷۰ الکترون بود. برنامه حرارتی ستون از ۴۰ تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۴ C min^{-1} تنظیم شد و دمای محفظه تزریق ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد بود.

محاسبه شاخص بازداری و شناسایی ترکیب‌ها

برای محاسبه اندیس‌های بازداری ترکیب‌ها، آلکان‌های نرمال c9-c22 به دستگاه GC تزریق شد. شناسایی ترکیب‌ها با مطالعه طیف‌های جرمی و مقایسه با طیف جرمی ترکیب‌های استاندارد، با استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه و به کمک شاخص‌های بازداری محاسبه شده و مقایسه آن‌ها با شاخص‌های بازداری استاندارد که در منابع مختلف منتشر گردیده، انجام گردید. محاسبات کمی (تعیین درصد هر ترکیب) به کمک داده‌پرداز R3A-Chromatepac به روش نرمال کردن سطح (Area normalization method) و نادیده گرفتن ضریب‌های پاسخ (Response factors) مربوط به طیف‌ها انجام شد.

پس از جمع‌آوری اطلاعات مزرعه‌ای در طی دو سال زراعی، تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین صفات با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام گردید. از نرم‌افزار SAS 9.1 جهت آنالیز داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات (جدول ۱) تفاوت معنی‌داری از نظر کلیه صفات مورد بررسی در بین جمعیت‌های مورد مطالعه نشان داد. این تفاوت معنی‌دار برای صفات نسبت وزن خشک به تر و عملکرد خشک اندام هوایی در هکتار در سطح احتمال پنج درصد و برای دیگر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. تفاوت آماری معنی‌دار جمعیت‌های مورد مطالعه کاکوتی کوهی در این تحقیق نشانگر وجود پتانسیل مطلوب آن‌ها برای ورود به سیستم زراعی و انتخاب در برنامه‌های به‌نژادی و تبدیل شدن به رقم است. تحقیق شلتوکی و همکاران (Shaltouki *et al.*, 2021)، مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2019)، اصغری‌پور و همکاران (Asgharipour,

(Sonboli *et al.*, 2010) نیز (*et al.*, 2016 و سنبلی و همکاران) تنوع وسیعی از نظر صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در اکوتیپ‌های کاکوتی کوهی گزارش کرده است که این تنوع جهت انجام پروژه‌های اصلاحی کاربردی می‌باشد (Safarnejad, 2017 Dalir and). نتایج همچنین نشان داد که فاکتور سال بر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای وزن هزار دانه اثر معنی‌داری داشت. لذا در سال‌های مختلف صفات مورد بررسی واکنش‌های متفاوتی نشان داده‌اند. اثر برهم‌کنش جمعیت در سال نیز بر صفات وزن خشک به تر، عملکرد خشک اندام هوایی، عملکرد بذر در هکتار، عملکرد برگ و عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد و بر صفات ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. سایر صفات تحت تاثیر برهمکنش جمعیت در سال قرار نگرفتند. این مسئله نشان از واکنش متفاوت جمعیت‌های مورد مطالعه به شرایط آب و هوایی در سال‌های مختلف از نظر صفات مهم عملکردی گیاه دارد.

مقایسه میانگین جمعیت‌ها در جدول ۲ نشان داد که جمعیت سرچشمه گلپایگان از نظر کلیه صفات مورد بررسی به‌استثنای ارتفاع و وزن هزار دانه نسبت به دو جمعیت دیگر برتری داشت. جمعیت ماکوله بالاترین ارتفاع و وزن هزار دانه را دارا بود. در بین جمعیت‌های مورد مطالعه این تحقیق، جمعیت سرچشمه گلپایگان از نظر صفات عملکردی تفاوت معنی‌داری با دو جمعیت دیگر داشته که این مسئله در مورد عملکرد بذر، عملکرد برگ خشک و عملکرد اسانس که صفات اقتصادی گیاه می‌باشند کاملاً مشهود می‌باشد. لذا در زمینه تولید می‌توان از این جمعیت استفاده نمود. یکی از موارد مشاهده شده در این تحقیق طول دوره رشد گیاه در شرایط زراعی می‌باشد. در شرایط زراعی اصفهان این دوره رشدی از اواخر اسفندماه آغاز شده و تا اواخر آبان‌ماه ادامه دارد و تنها آغاز سرمای پاییزه باعث توقف آن می‌گردد. طولانی بودن این دوره با افزیش تعداد چین و به دنبال آن افزایش عملکرد اندام هوایی همراه است. این دوره رویشی طولانی به همراه گلدهی نامحدود، گیاه را به گزینه مناسبی جهت استفاده در فضای سبز شهرها تبدیل می‌کند. البته باید در نظر داشت که گل‌دهی نامحدود گیاه کاهش عملکرد بذر را به دنبال دارد. زیرا با توجه به عدم تفکیک زمانی بین مرحله گل‌دهی و بذردهی، در یک بوته به‌طور همزمان حضور گل و بذر مشاهده می‌شود و حتی در یک گل‌آذین نیز مخلوطی از بذر و گل به‌صورت مخلوط قابل مشاهده‌است. لذا یکی از مواردی که در اصلاح این گیاه بایستی در نظر گرفته شود برطرف نمودن این مشکل می‌باشد. از طرفی عملکرد مناسب اندام هوایی گیاه در شرایط زراعی که نشان‌دهنده سازگاری آن با سیستم زراعی می‌باشد راه را جهت انجام کارهای اصلاحی هموار می‌سازد.

جدول مقایسه میانگین صفات از نظر سال (جدول ۳) نیز نشان داد که گیاهان در سال دوم از نظر صفات مورد بررسی برتری خاصی نسبت به سال اول نشان دادند. این مسئله با توجه به چند ساله بودن گیاه و استقرار مناسب آن در سال دوم کشت و همچنین رشد و توسعه بیشتر اندام هوایی آن نسبت به سال اول، امری بدیهی به نظر می‌رسد و نشان‌دهنده سازگاری گیاه با شرایط زراعی می‌باشد. این مسئله در آویشن دنایی (*Thymus daenensis*) که از گیاهان هم‌خانواده کاکوتی کوهی می‌باشد نیز گزارش شده است (Safaei *et al.*, 2012).

برهم‌کنش جمعیت و سال در جدول ۴ آمده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده بیشترین عملکرد خشک اندام هوایی، عملکرد بذر، عملکرد برگ خالص و عملکرد اسانس در هکتار در سال دوم جمعیت سرچشمه گلپایگان مشاهده شد. بیشترین ارتفاع گیاه نیز در سال دوم جمعیت ماکوله به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با سایر جمعیت‌ها در همان سال داشت. این تفاوت‌های معنی‌دار حاکی از تفاوت موجود بین جمعیت‌ها و همچنین شرایط متفاوت آب و هوایی و محیطی در سال‌های آزمایش می‌باشد که در نتیجه صفات را تحت تاثیر قرار داده است.

ضریب همبستگی بین صفات مورد بررسی در این تحقیق نشان داد که تاج‌پوشش گیاه با درصد اسانس، همبستگی مثبت و بسیار قوی دارد (جدول ۶). همچنین تاج‌پوشش گیاه با عملکرد برگ نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. بنابراین با افزایش تراکم اندام‌های هوایی در این گیاه، میزان عملکرد خشک اندام هوایی نیز بیشتر می‌شود. از طرفی رابطه مثبت و معنی‌دار بین درصد اسانس با عملکرد برگ، نشان‌دهنده نقش مهم برگ‌ها در افزایش یا کاهش درصد اسانس می‌باشد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شده بین عملکرد اندام هوایی گیاه و عملکرد بذر نیز نشان می‌دهد که با رشد رویشی کافی و مناسب گیاه، افزایش تولید بذر اتفاق خواهد افتاد. این موضوع کاملاً منطقی به نظر می‌رسد. چرا که با فراهم شدن شرایط مناسب برای رشد رویشی گیاه که منجر به افزایش میزان فتوسنتز و تولید می‌گردد، امکان تولید بذر مناسب و کافی دور از تصور نیست.

بر اساس نتایج آزمایش در سه جمعیت مورد بررسی در مجموع ۲۶ ترکیب شناسایی شده است که دو ترکیب ۱، ۸ سینئول و پولگون درصد بالاتری داشتند (جدول ۷). درصد ترکیب پولگون در جمعیت ماکوله بسیار بالاتر از دو جمعیت دیگر به‌دست آمده و بالعکس درصد ترکیب ۱، ۸ سینئول در دو جمعیت دیگر بیشتر از جمعیت ماکوله می‌باشد. نتایج تحقیقات موجود حضور ترکیب پولگون را به‌عنوان بالاترین ترکیب اسانس کاکوتی کوهی اثبات نموده است (Sajadi *et al.*, 2002; Salehi *et al.*, 2005; Verdian-Rizi, 2008; Zarrabi *et al.*, 1998). همچنین بر اساس گزارش‌های موجود پس از پولگون، ترکیبات ۱، ۸ سینئول، پیپرتینون، نئومنتول، پارامنتا –۳– ان– ۸–ال و کارواکرال به‌ترتیب بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند (Rabiiei *et al.*, 2015).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در سه جمعیت کاکوتی کوهی (*Z. clinopodioides*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 2- Analysis of variance of studied traits in three ppulations of *Z. clinopodioides* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019

منابع تغییرات	S.O.V	درجه ازادی d.f	MS میانگین مربعات ارتفاع بوته Plant height	تاج‌پوشش Canopy	وزن خشک اندام هوایی Dry weight of Shoot	نسبت وزن خشک به تر Dry weight/ wet weight ratio	اسانس Essential oil percentage	وزن هزار دانه 1000-seed's weight	عملکرد اندام هوایی Shoot yield	عملکرد بذر Seed yield	عملکرد برگ Leaf yield	عملکرد اسانس Essential oil yield
سال	Year	1	74.01**	76614/4**	38475.4**	0.14**	0.46**	0.000005	185172182.0**	60112.0**	37920727.8**	48114.7**
سال*تکرار	Year*Block	4	7.76	26.15	15.45*	0.003	0.009	0.0001	38307.7	102.22	40847.4	50.67**
جمعیت	Population	2	267.8**	353.5**	295.04**	0.025*	0.06**	0.042**	1279214.1*	18346.2**	1677281.9**	838.01**
سال*جمعیت	*year population	2	12.69*	81.41	98.65*	0.05**	0.003	0.0001	343897.4**	5638.6**	1402391.9**	221.12**
خطا	Error	8	2.86	46.19	5.04	0.005	0.005	0.0003	21864.9	86.04	16604.0	5.36
ضریب تغییرات	CV		3.9	6.3	2.4	13.5	6.0	3.5	2.3	7.8	5.1	2.6

** و * به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار است.

** and * significant at the 1%, 5% probability levels respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سه جمعیت کاکوتی کوهی (*Z. clinopodioides*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 3- Mean comparison of studied traits in three ppulations of *Z. clinopodioides* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019

جمعیت	Populatin	ارتفاع Plant height (cm)	تاج‌پوشش Canopy (cm)	وزن خشک اندام هوایی Dry weight of Shoot (g)	نسبت وزن خشک به تر Dry weight/ wet weight ratio	اسانس Essential oil percentage (%)	وزن هزار دانه 1000-seed's weight (g)	عملکرد اندام هوایی Shoot yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بذر Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد برگ Leaf yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد اسانس Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)
داران	Daran	36.9±2.38c	106.9±7.9b	87.4±3.38c	0.43±0.05b	1.3±0.2b	0.52±0.007a	6120.3±236.9c	70 ±3.5c	2477.2±181.3b	82.5±5.4b
سرچشمه گلپایگان	Sarcheshmeh Golpayeghan	43.7±4.36b	115.8±9.7a	100.9±3.9a	0.55±0.2a	1.4±0.17a	0.38±0.02b	7011.7±60.3a	178.6±17.7a	2920.2±116.4a	102.2±6.8a
ماکوله	makooleh	50.3±2.43a	100.6±5.5b	90.7±2.15b	0.53±0.2a	1.2±0.22b	0.53±0.01a	6356.8±150.6b	106.3±4.8b	2177.0±105.1c	81.1±6.03b

میانگین± خطای استاندارد، ستون‌های دارای حروف مشترک در احتمال یک درصد آزمون دانکن غیر معنی‌دار هستند.

Means ± STDERR, followed by the similar letters in each column are not significantly different by Duncan test at 1% probability level.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر سال بر صفات مورد مطالعه در سه جمعیت کاکوتی کوهی (*Z. clinopodioides*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 4- Year mean comparison of studied traits in three ppulations of *Z. clinopodioides* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019

سال	Year	ارتفاع Plant height (cm)	تاج‌پوشش Canopy (cm)	وزن خشک اندام هوایی Dry weight of Shoot (gr)	نسبت وزن خشک به تر Dry weight/ wet weight	اسانس Essential oil percentage (%)	وزن هزار دانه 1000-seed's weight (g)	عملکرد اندام هوایی Shoot yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بذر Seed yield (kg.ha^{-1})	عملکرد برگ Leaf yield (kg.ha^{-1})	عملکرد اسانس Essential oil yield (kg.ha^{-1})
اول	1	41.6±5.8b	42.5±7.3b	46.8±3.4b	0.59±0.2a	1.12±0.13b	0.47±0.08a	3288.9±242.8b	60.5±25.6b	1073.3±126.2b	36.9±5.3b
دوم	2	45.7±6.6a	173.0±10.7a	139.2±9.9a	0.41±0.02b	1.44±0.08a	0.47±0.07a	9703.7±622.8a	176.1±74a	3976.3±625.1a	140.3±16.4a

میانگین± خطای استاندارد، ستون‌های دارای حروف مشترک در احتمال یک درصد آزمون دانکن غیر معنی‌دار هستند.

Means ± STDERR, followed by the similar letters in each column are not significantly different by Duncan test at 1% probability level.

جدول ٥- برهم‌کنش اثر سال و جمعیت بر صفات مورد مطالعه در سه جمعیت کاکوتی کوهی (*Z. clinopodioides*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 5- Year * population interaction of studied traits in three ppulations of *Z. clinopodioides* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019

جمعیت	Population	سال Year	ارتفاع Plant height (cm)	تاج‌پوشش Canopy (cm)	وزن خشک اندام هوایی Dry weight of shoot (g)	نسبت وزن خشک به تر Dry weight/ wet weight ratio	اسانس Essential oil percentage (%)	وزن هزار دانه 1000-seed's weight (g)	عملکرد اندام هوایی Shoot yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بذر Seed yield (kg.ha^{-1})	عملکرد برگ Leaf yield (kg.ha^{-1})	عملکرد اسانس Essential oil yield (kg.ha^{-1})
داران	Daran	1	36.2±1.8d	37.8±2.79d	44.0±3.6e	0.42±0.07b	1.13±0.15d	0.53±0.006a	3080.0±252.4e	45.3±5.95d	956.7±106.9d	34.7±1.8d
سرچشمه گلپایگان	Sarcheshmeh Golpayeghan	1	40.1±2.03dc	51.0±4.05c	50.0±2d	0.70±0.02a	1.23±0.04c	0.38±0.03b	3530.0±98.5d	93.3±10.69c	1166.7±106.9d	43.5±0.7c
ماکوله	Makooleh	1	48.5±3.21b	38.8±5.01cd	46.3±1.52de	0.65±0.14a	1.0±0.1d	0.53±0.02a	3256.7d±90.7e	42.9±7.2d	1096.7±80.8d	32.5±2.7d
داران	Daran	2	37.7±3.05d	176.0±7.9a	130.9±3.38c	0.44±0.005b	1.42±0.03ab	0.52±0.006a	9160.7±236.9c	94.7±3.5c	3997.7±181.3b	130.4±5.4b
سرچشمه گلپایگان	Sarcheshmeh Golpayeghan	2	47.3±3.08b	180.7±9.7a	151.8±3.95a	0.40±0.01b	1.53±0.06a	0.39±0.02b	10493.3±60.3a	269.9±17.7a	4673.7±116.4a	160.9±6.8a
ماکوله	Makooleh	2	52.0±1a	162.3±5.5b	135.1±2.15b	0.40±0.01b	1.37±0.1b	0.53±0.006a	9457.0±150.6b	169.6±4.8b	3257.3±105.1c	129.6±6.04b

میانگین± خطای استاندارد، ستون‌های دارای حروف مشترک در احتمال یک درصد آزمون دانکن غیر معنی‌دار هستند.

Means ± STDERR, followed by the similar letters in each column are not significantly different by Duncan test at 1% probability level.

جدول ٦- ضرایب همبستگی بین صفات در سه جمعیت کاکوتی کوهی (*Z. clinopodioides*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 6- Correlation coefficients among traits of three ppulations of *Z. clinopodioides* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019

صفت	Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
۱	ارتفاع **Plant height**	1									
۲	تاج‌پوشش **Canopy**	-0.4	1								
۳	وزن خشک اندام هوایی **Shoot dry weight**	0.24	0.78	1							
٤	نسبت وزن خشک به تر **Dry weight/ wet weight**	0.77	0.27	0.8	1						
٥	اسانس **Essential oil percentage**	-0.46	0.99*	0.74	0.21	1					
٦	وزن هزار دانه **1000-seed's weight**	0.04	-0.93	-0.95	-0.59	-0.9	1				
۷	عملکرد اندام هوایی **Shoot yield**	0.26	0.77	0.99**	0.82	0.73	-0.94	1			
۸	عملکرد بذر **Seed yield**	0.33	0.72	0.99	0.86	0.67	-0.92	0.99*	1		
۹	عملکرد برگ **Leaf yield**	-0.39	0.99**	0.079	0.28	0.99*	-0.93	0.78	0.73	1	
۱۰	عملکرد اسانس **Essential oil yield**	-0.05	0.93	0.95	0.59	0.91	-0.99**	0.94	0.92	0.93	1

این در حالی است که سنبلی و همکاران (Sonboli *et al.*, 2010) تنوع وسیعی را از نظر مواد تشکیل‌دهنده اسانس در جمعیت‌های کاکوتی کوهی یک منطقه مشاهده نمودند. دلایل مختلفی برای وجود این تفاوت‌ها در اسانس جمعیت‌ها و سال‌های مختلف آزمایش وجود دارد. تفاوت ژنتیکی جمعیت‌ها و خطای آزمایش از جمله این موارد است. همچنین کاکوتی گیاهی است دارویی که هنوز اهلی نشده است و سیر فیزیولوژیک این گیاه طی یک سال به تکامل می‌رسد. در مورد این گیاه بایستی این نکته را مد نظر قرار داد که روند تغییرات برخی از صفات در اندام‌های گیاه طی سال‌های رشدی مختلف، متفاوت است. به‌طوری‌که برخی صفات مانند میزان اسانس دچار تغییرات چشمگیری می‌شوند. لذا بدیهی است که گیاه در طی سال‌های مختلف از واریانس بیشتری برخوردار باشد. به‌طور کلی، تغییر در محتوا و ترکیب‌های موجود در اسانس، ناشی از تغییر در الگوی بیان ژن‌های دخیل در بیوسنتز اسانس می‌باشد. همچنین مطالعات پیشین نشان داده است که شرایط و اقلیم متفاوت منجر می‌گردد که ترپن‌های موجود در اسانس گیاهان دچار نوآرایی و اکسایش شوند و امکان ناپدید و یا به‌وجود آمدن ترکیب‌های جدید را فراهم کنند، که این امر به دلیل امکان وجود چندین زنجیره ارتباطی بین مسیر ایزوپرونوئیدی با سایر مسیرهای متابولیکی وجود دارد که منجر به انتقال و ایجاد رقابت بر سر پیش ماده‌های کربنی می‌گردد. در مجموع به نظر می‌رسد به دلیل تفاوت‌های فیزیولوژیکی، جمعیت‌های مورد مطالعه رفتارها و واکنش‌های مختلفی را از خود نشان داده‌اند و بسته به واکنش‌های فیزیولوژیک متفاوت، تولید متابولیت‌های ثانویه از جمله اسانس نیز متفاوت خواهد بود (Emami Bistgani *et al.*, 2018).

درصد اسانس در این تحقیق از ۱ تا ۱/۵۳ درصد متفاوت مشاهده شده است. ضرابی و همکاران (Zarrabi *et al.*, 1998) میزان اسانس کاکوتی کوهی را ۰/۹ درصد، بتولی و همکاران (Batooli *et al.*, 2012) حداقل و حداکثر اسانس این گیاه را به‌ترتیب ۰/۳ تا ۱/۳ درصد و دهقان و همکاران (Dehghan, *et al.*, 2014) ۰/۳۱ تا ۱/۰۸ گزارش نموده‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. میزان اسانس و ترکیبات آن به عوامل محیطی نظیر فاکتورهای مختلف اکولوژیکی، جغرافیایی، اقلیمی، خاکی و ارتفاع و همچنین عوامل ژنتیکی بستگی دارند. لذا تفاوت‌های موجود بین تحقیقات انجام شده در مناطق مختلف می‌تواند ناشی از اثر این عوامل باشد. از طرفی از آنجا که در مطالعه حاضر جمعیت‌های کاکوتی کوهی در شرایط محیطی و زراعی یکسان کشت شده‌اند لذا تفاوت‌های دیده شده بین آن‌ها بیشتر می‌تواند ناشی از اثر عوامل ژنتیکی به حساب آید (Azimi *et al.*, 2014).

جدول ۷- درصد ترکیبات متشکله اسانس در سه جمعیت کاکوتی کوهی (*Z. clinopodioides*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 7- Essential oil percentages in three ppulations of *Z. clinopodioides* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019

شاخص بازداری (RI)	نام ترکیبات	Compound name (%)	سال ۱۳۹۷ Year 2018			سال ۱۳۹۸ Year 2019		
			داران Daran	سرچشمه گلپایگان Sarcheshmeh Golpayeghan	ماکوله Makooleh	داران Daran	سرچشمه گلپایگان Sarcheshmeh Golpayeghan	ماکوله Makooleh
935	آلفاتوژن	α-thujene	0.4	0.5	---	---	0.7	0.3
947	آلفاپینن	Alpha-Pinene	2.3	---	0.7	2.4	2	2.1
964	کامفن	Camphene	---	---	---	1.1	0.2	0.6
980	سابینن	Sabinene	4.6	4.2	1.7	5.4	3.4	2.4
1005	میرسن	Myrcene	---	---	---	5.1	4.8	3.4
1007	بتاپینن	β-Pinene	4.4	3.7	2.2	1.9	1.4	1
1046	آلفاترپینن	α-terpinene	---	---	---	4.5	1.6	3.1
1055	پاراسیمن	p-Cymene	9.1	8.8	1.5	5.5	3.1	9.6
1058	لیمونن	Limonene	2.3	1.6	2.7	2	0.6	1.2
1065.4	۱،۸سینئول	1,8-Cineole	37.9	31.6	17.9	59.8	44.5	19.3
1097.7	سیس سابینن هیدرات	cis-Sabinene hydrate	7.8	9.2	1.2	0.6	2	1
1115	لینالول	Linalool	0.8	2.1	0.6	---	0.6	2.2
1171	پارا منتا ۳ان	p-Mentha-3-one	2.8	2.9	14.7	2	3.2	10.3
1219	بورنئول	Borneol	5.3	4.5	0.6	---	---	---
1233	ترپینن ۴ان	Terpinene-4-one	0.6	4.9	1.9	2.7	0.4	1.1
1255	آلفاترپینئول	α-terpineole	---	0.3	0.9	1.2	0.8	0.5
1281	ایزو بورنیل فرمات	Iso-bornyl format	0.9	0.5	---	---	---	---
1292.3	پولگون	Polygon	2.1	4.5	38.5	2	4	18.6
1312	پیپریتون	Piperitone	---	---	---	1.2	0.4	1.9
1315	بورنیل استات	Bornyl acetate	0.4	1.2	---	---	---	---
1322.6	تیمول	Thymol	0.5	---	---	---	---	---
1334.9	کارواکرول	Carvacrole	---	4.7	5.9	---	---	---
1403.1	کارواکرول استات	Carvacrole acetate	0.6	---	1.9	---	---	---
1427.3	بتا بوربونن	β-Borbonene	0.4	0.8	---	0.3	---	---
1468.6	ای کاریوفیلن	E-Caryophyllene	0.9	0.3	---	1.9	---	0.9
1500	اسپاچولنول	Spatholenol	2.9	1.4	1	---	---	---
1664	کاریوفیلن اکساید	Caryophyllene oxide	0.5	4.2	0.3	1.2	1.7	2.3

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق گیاه دارویی کاکوتی کوهی استقرار و سازگاری مناسبی در شرایط زراعی داشته است و عملکرد اندام هوایی بالای این گیاه از موارد مهم و قابل تامل می‌باشد که ارزش اقتصادی آن را افزایش می‌دهد. تفاوت موجود بین جمعیت‌های این گیاه، زمینه انجام کارهای اصلاحی را فراهم می‌کند. جمعیت سرچشمه گلپایگان به علت برتری صفات عملکردی و اقتصادی مهم نظیر عملکرد اندام هوایی و اسانس می‌تواند جهت تولید انبوه به سیستم زراعی معرفی گردد. همچنین از آنجا که جمعیت ماکوله از نظر صفت ارتفاع گیاه نسبت به سایر جمعیت‌ها برتری دارد لذا از این جمعیت نیز می‌توان در اجرای برنامه‌های به‌نژادی و انجام انتخاب جهت تولید ژنوتیپ‌های با خصوصیات مطلوب استفاده کرد. وجود دو ترکیب ۱، ۸ سینئول و پولگون موجود در اسانس این گیاه به‌عنوان ماده اصلی و غالب می‌تواند در بازار هدف و جهت استفاده در تولید ترکیبات ضدباکتری در صنعت دارویی، طعم‌دار کردن مواد غذایی، نوشیدنی‌ها، خمیر دندان‌ها و غیره استفاده گردد.

References

1. Abyar, S., Fakheri, B. A., and Mahdi nezhad, N. 2019. Ecological factors effecting in south west regions of Iran on the gum and essential oil composition of *Ferula assafoetida*. Journal of Plant Process and Function 29 (8): 125-135.
2. Amin Ghafoori, A., Koocheki, A., Nasiri mahalati, M., and Kheirkhah, M. 2003. Evaluation of growth characteristics of perennial medicinal plant under low agricultural conditions. National Conference on Agricultural Science and Technology. (in Persian).
3. Aghajani, A., Assadian, F., Masoudi, S., Chalabian, F., Esmaeili, A., and Tabatabaei-Anaraki, M. 2008. Antibacterial activities of the oil of *Ziziphora clinopodioides* and *Z. capitata* subsp. *capitata* from Iran. Chemistry of Natural Compounds 44: 387. https://doi.org/10.1007/s10600-008-9073-4.
4. Amiri, H. 1998. Composition and antioxidant activity of the essential oil and methanolic extract of *Ziziphora clinopodioides* Lam in preflowering stage. Medical Department of Kerman University 16 (1): 91-106.
5. Amiri, H. 2009. Influence of growth phase on the essential oil composition of *Ziziphora clinopodioides* Lam. Natural Product Research 23 (7): 601-6. https://doi.org/10.1080/14786410802113995.
6. Asgharipour, M. R., Akbari Abjahan, A., and Dahmarde, M. 2016. Variability in *Ziziphora clinopodioides* Subsp . *Bungeana* (Juz .) based on morphological traits and essential oils Profile. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici 44: 189-94. DOI: https://doi.org/10.15835/nbha44110118.
7. Asri, Y., Firozi Ardestani, M., Rabie, M., and Bakhshi Khaniki, Gh. 2016. The effect of environmental factors on growth characteristics, seed germination and essential oils of *Ziziphora clinopodioides* Iranian Journal of Plant Biology 8 (29): 91-107.doi: 10.22108/ijpb.2016.21038.
8. Azimi, M. H., Naghdi Badi, H., Kalate Jari, S., Abdossi, V., and Mehrafarin, A. 2014. Comparison of essential oils composition in Iranian populations of *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. Journal of Medicinal Plants 4 (52): 136-147.
9. Bakhshikhaniki, A., Sefidkon, F., and Dehghan, Z. 2010. Examination of effect some habitet condition on quantity and quality *Ziziphora clinopodioides* essential oil. Journal of Plant Drogs 1: 11-20. (in Persian).
10. Batooli, H., Akhbarii, M., and Hoseinizadeh, S. M. J. 2012. The effect of different oil extraction on the quantity and quality of two species *of Ziziphora* essential oil., Journal of Herbal Drugs 3(3): 135-146.
11. Chachoyan, A. A., and Oganesyan, G. B. 1996. Antitumor activity of some spices of the family Lamiaceae. Rastitelnye Resursy 32 (4): 59-64.
12. Chitsaz, M., Barrton, M. D., Naseri, M., Kamali Nejad, M., and Bazargan, M. 2007. Essential oil composition and antibacterial effects of *Ziziphora clinopodioides* Lam. International Journal of Antimicrobial Agents 29: 203-205.
13. Chitsaz, M., Pargar, A., Naseri, M., Bazargan, M., and Ansari, M. 2007. Composition and anti- bacterial effects of hydro-alcoholic extract and essential oil of *Ziziphora clinopodioides* on selected bacteria. Scientific Journal of Shahed University 68: 15-22. (in Persian)
14. Dalir, M., and Safarnejad, A. 2017. Morphological, molecular and phytochemical variation in some Thyme genotypes. Journal of Medicinal Plant By-Products 1: 41-52.doi: 10.22092/jmpb.2017.113149.
15. Dehghan, Z., Sefidkon, F., Emami S. M., and Kalvandi, R. 2014. The effects of ecological factors on essential oil yield and composition of *Ziziphora clinopodioides* lam. Subsp. *rigida* (Boiss) Rech.f. Journal of Plant Research (Iranian biology Journal). 27 (1): 49-63. (in Persian).
16. Ding, W., Yang, T., Liu, F., and Tian, Sh. 2014. Effect of different growth stages of *Ziziphora clinopodioides* Lam. on its chemical composition. Pharmacogn Magazine 10(Suppl 1): S1-S5. doi: 10.4103/0973-1296.127329.
17. Eftekhar, F., Salehi, P., Sonboli, A., Nejad Ebrahimi, S., and Yousef Zadi, M. 2005. Essential oil composition,

antibacterial and antioxidant activity of oils and various extracts of *Ziziphora clinopodioides* subsp *rigida* (Boiss). Rech. f. from Iran. Biological and Pharmaceutical Bulletin 28: 1892-1896. https://doi.org/10.1248/bpb.28.1892.

18. Emami Bistgani, Z., Siadat, S. A., Bakhshandeh, A., Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M., Maggi, F., and Morshedloo, M. R. 2018. Application of combined fertilizers improves biomass, essential oil yield, aroma profile, and antioxidant properties of *Thymus daenensis* Celak. Industrial Crops and Products 121: 434-440. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.048.
19. Jamzad, Z. 2012. Labiateae family. No:76. Institute of Forests and Rangelands Research Publications. 1066 pp. (in Persian)
20. Mahdavi, S. Kh., Valizadeh, S., and Mahmoodi, J. 2014. The effect of phenological stages on the quantity and quality of *Ziziphora Clinopodioides* L. essential oil: Qasemloo Valley of Urmia. Journal of Range Management 1 (4): 70-83.
21. Maral, H., Taghikhani, H. Alpaslan, K. A. Y. A., and Kirici, S. 2015. The Effect of Different Levels of Altitutes on Composition and Content of Essential Oils of *Ziziphora Clinopodioides* in Southern of Turkey. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 1 (1): 1-6.
22. Moradi, R.; Alizadeh, M. A.; Hervan, E. M.; Shanjani, P. S.; Khaghani, S., and Jafari, A. A. 2019. Evaluation of shoot yield, agronomical traits and essential oil production in domestic populations of *Ziziphora* in Iran. Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen 24 (2): 77-83.
23. Mozaffarian, V. 2009. A dictionary of Iranian plant names. Farhang Moaser publishers. 671 pp.
24. Rabiiei, M., Firoozi Ardestani, M., Asri, U., and Bakhshi khaniki, Gh. 2015. Phytochemical study of *Ziziphora clinopodioides* Lam. Oil in the natural habitats of Alborz and Mazandaran provinces. Journal of Plant Physiology 11 (3): 54-61.
25. Safaei, L., Sharifi ashoorabadi, E., Zeinali, H., and Mirza, M. 2012. The effect of different harvesting stages on aerial parts yield, essential oil percentage and main components of *Thymus daenensis* Celak. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 28 (2): 342-355.
26. Sajadi, A., Ghasemidehkordi, N., and Balochi, M. 2002. Examination of Constituent materials essential aerial organs plant *Ziziphora clinopodioides*. Journal Pajouhesh & Sazandegi 58: 97-100. (In Persian).
27. Salehi, P., Mirjalili, M. H., Hadian, J., Nejad Ebrahimi, S., and Yousef Zadi, M. 2006. Antibacterial Activity and composition of the Essential oil of *Ziziphora clinopodioides* subsp *bungeana* (JUZ). Rech.f. from Iran. Zeitschrift für Naturforschung C, 61: 677-680. https://doi.org/10.1515/znc-2006-9-1011.
28. Salehi, P., Sonboli, A., Eftekhar, F., Nejad-Ebrahimi, S., and Yousefzadi, M. 2005. Essential oil composition, Antibacterial and antioxidant activity of the oil and various extracts of *Ziziphora clinopodioides* subsp. *rigida* (Boiss.) Rech. F. from Iran. Journal of Biology Pharmacology Bulloten 28 (10): 1892-1896. https://doi.org/10.1248/bpb.28.1892.
29. Shafei, M., Sharifan, B., and Aghazade Meshki, M. 2012. Composition of essential oil of *Ziziphora clinopodioides* and its antimicrobial activity on *Kluyveromyces marxianus*. Food Technology and Nutrition 9 (1): 101-108.
30. Shaltouki, M., Nazeri, V., Shokrpour, M., Tabrizi, L., and Aghaei, F. 2021. Phenotypic and genotypic assessment of some Iranian *Ziziphora clinopodioides* Lam. Ecotypes. Journal of Agricultural Science and Technology 23 (3): 645-660
31. Sharopov, F. S., and Setzer, W. N. 2011. Chemical diversity of *Ziziphora clinopodioides*: composition of the essential oil of *Z. clinopodioides* from Tajikistan. Natural Product Communications 6 (5): 695-8. https://doi.org/10.1177/1934578X1100600524.
32. Sonboli, A., Atri, M., and Shafiei, S. 2010. Intraspecific variability of the essential oil of *Ziziphora clinopodioides* ssp. rigida from Iran. Chemistry and Biodiversity 7 (7): 1784-9. https://doi.org/10.1002/cbdv.200900336.
33. Verdian-Rizi, M. R. 2008. Essential oil composition and biological activity of *Ziziphora clinopodioides* Lam. from Iran. American-Eurasian Journal of Sustainable Agiculture 2 (1): 69-71.
34. Zarrabi, M. 1998. Botany, stratigraphy, analysis and identification of objects in the essential oil of *Ziziphora clinopodioides* subsp *rigida*. Department of Pharmacy, Tehran University of Medical Sciences. PhD Thesis.